

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-014165

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

G01S 13/93

G01S 13/34

G01S 13/60

(21)Application number : 2000-201476

(71)Applicant : FUJITSU TEN LTD

(22)Date of filing : 29.06.2000

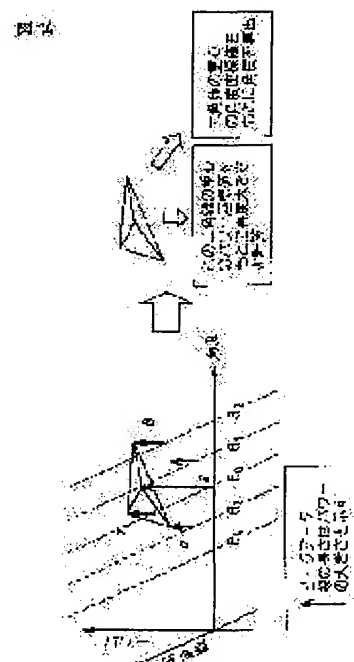
(72)Inventor : KISHIDA MASAYUKI

## (54) METHOD FOR PROCESSING SIGNAL OF SCANNING RADAR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for processing signals of a scanning radar enabling accurate pairing to prevent errors in determining whether there exists a target.

**SOLUTION:** The size of a target is anticipated from the peak data of reflected beams, and the peak data are arranged in groups according to the anticipated size of the target. Each of the peak data, arranged in groups, is plotted with respect to coordinates where the angle of each beam, peak frequency, and power of the peak of each reflected beam serve respectively as x-, y- and z-axes; the beam angle of the target is calculated from the center of gravity of a triangular pyramid obtained through the plotting. The size of the target is re-calculated from the center of gravity of the triangular pyramid, and peak data for a rise section and a fall section having approximately the same size and approximately the same angle are paired.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3635228

[Date of registration]

07.01.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the signal-processing approach of the scanning formula radar which scans by discharging a beam one by one at an angle of predetermined. The magnitude of a target is predicted from the peak data of the reflected beam. It is based on the magnitude of the predicted target. These peak data A group part opium poppy, For these every summarized peak [ which carried out the group division ] data, the include angle of a beam, the frequency of a peak, And the signal-processing approach of a scanning formula radar of asking for whenever [ beam angle / of said target ] from the center of gravity of the triangular pyramid which plotted on the coordinate which has the power of the peak of the reflected beam in a x axis, the y-axis, and the z-axis, respectively, and was plotted and obtained.

[Claim 2] The signal-processing approach of a scanning formula radar according to claim 1 of furthermore asking for the magnitude of said target from the center of gravity of said triangular pyramid.

[Claim 3] The signal-processing approach of the scanning formula radar according to claim 2 which carries out pairing of the peak data of whenever [ beam angle / of the target for which it asked from the center of gravity of said triangular pyramid ], the lifting section which had the almost same include angle as the almost same magnitude based on the magnitude of a target, and a trailing edge.

[Claim 4] The signal-processing approach of a scanning formula radar according to claim 3 of asking for the distance between two cars and relative velocity with a precedence car from the frequency of said peak data by which pairing was carried out.

[Claim 5] Whenever [ beam angle / of said target ] is the signal-processing approach of the scanning formula radar according to claim 1 computed based on the angle coordinate value of the center of gravity of said triangular pyramid.

[Claim 6] The magnitude of said target is the signal-processing approach of the scanning formula radar according to claim 2 computed based on the power coordinate value of the center of gravity of said triangular pyramid.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-14165  
(P2002-14165A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 S 13/93		G 0 1 S 13/93	Z 5 J 0 7 0
13/34		13/34	
13/60		13/60	D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-201476(P2000-201476)	(71) 出願人	000237592 富士通テン株式会社 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番28号
(22) 出願日	平成12年6月29日 (2000.6.29)	(72) 発明者	岸田 正幸 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番28号 富士通テン株式会社内
		(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬 (外4名)
		F ターム (参考)	5J070 AB17 AC02 AC06 AED1 AF03 AH35 AH50 AK22

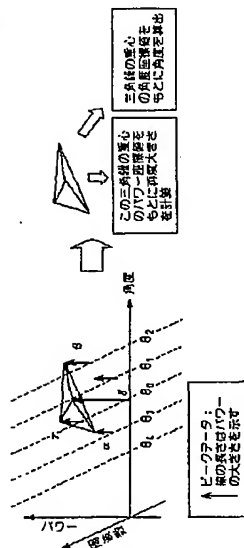
(54) 【発明の名称】 スキャン式レーダの信号処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 正確にベアリングを行うことができ、ターゲットの有無の判定を誤らないスキャン式レーダの信号処理方法を提供する。

【解決手段】 反射されたビームのピークデータからターゲットの大きさを予測し、予測されたターゲットの大きさに基づいて該ピークデータをグループ分けし、該グループ分けしてまとめたピークデータ毎に、ビームの角度、ピークの周波数、および反射されたビームのピークのパワーをそれぞれ  $x$  軸、 $y$  軸、 $z$  軸にもつ座標にプロットし、プロットして得られた三角錐の重心から前記ターゲットのビーム角度を求め、さらに該三角錐の重心から前記ターゲットの大きさを再度求め、ほぼ同じ大きさとほぼ同じ角度を持った上昇区間と下降区間のピークデータをベアリングする。

図14



【特許請求の範囲】

【請求項１】 所定の角度で順次ビームを発射してスキャンを行うスキャン式レーダの信号処理方法であって、反射されたビームのピークデータからターゲットの大きさを予測し、予測されたターゲットの大きさに基づいて該ピークデータをグループ分けし、該グループ分けしてまとめたピークデータ毎に、ビームの角度、ピークの周波数、および反射されたビームのピークのパワーをそれぞれ $x$ 軸、 $y$ 軸、 $z$ 軸にもつ座標にプロットし、プロットして得られた三角錐の重心から前記ターゲットのビーム角度を求める、スキャン式レーダの信号処理方法。

【請求項２】 さらに前記三角錐の重心から前記ターゲットの大きさを求める、請求項１に記載のスキャン式レーダの信号処理方法。

【請求項３】 前記三角錐の重心から求めたターゲットのビーム角度とターゲットの大きさに基づき、ほぼ同じ大きさとはほぼ同じ角度を持った上昇区間と下降区間のピークデータをベアリングする、請求項２に記載のスキャン式レーダの信号処理方法。

【請求項４】 前記ベアリングされたピークデータの周波数から、先行車両との車間距離と相対速度を求める、請求項３に記載のスキャン式レーダの信号処理方法。

【請求項５】 前記ターゲットのビーム角度は、前記三角錐の重心の角座標値に基づいて算出される、請求項１に記載のスキャン式レーダの信号処理方法。

【請求項６】 前記ターゲットの大きさは、前記三角錐の重心のパワー座標値に基づいて算出される、請求項２に記載のスキャン式レーダの信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】 本発明はスキャン式レーダの信号処理方法に関し、特に、受信信号と送信信号とのビート信号が周波数分析されてターゲットに対して得られた三角波状のFM-CW波の上昇区間及び下降区間のピーク周波数のベアリングに関する。

【０００２】

【従来の技術】 FM-CW方式レーダは車両に搭載され、三角波状の周波数変調された連続の送信波を出力してターゲットである前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダからの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号とのビート信号（レーダ信号）を得る。このビート信号を高速フーリエ変換（FFT）して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号はターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるが、このピークに対応する周波数をピーク周波数と呼ぶ。ピーク周波数は距離に関する情報を有し、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、前記三角波状のFM-CW波の上昇区間と下降区間とはこのピーク周波数は異なる。そして、この上昇区間と下降区間のピーク周波数から前方の車両との距離が得られる。ま

た、前方の車両が複数存在する場合は各車両に対して一対の上昇区間と下降区間のピーク周波数が生じる。この上昇区間と下降区間の一対のピーク周波数を形成することをベアリングという。

【０００３】 このベアリングは従来は、上昇区間と下降区間で単にピーク周波数の低い順に行ったり、あるいは上昇区間と下降区間で単にピーク周波数のパワーが大きい順に行っている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】 スキャン式レーダの場合、図１に示すように、自車からのビームは所定の角度で前方をスキャンし、その反射波を用いて前方車両との距離および相対速度を検出している。図１のように前方に２台の車両がある場合、それぞれから反射波が帰ってくる。

【０００５】 また、電波レーダの場合、電波の反射は特定の箇所から帰ってくるのではなく、ターゲットの面で反射して帰ってくる。ターゲットの面が鏡面であればあるほど反射波は特定の範囲に絞られる。ターゲットが車両であれば、車両の側部の突起物や車両下部のデファレンスギアなどの突起物からの反射波も帰ってくる。その場合、図２に示すように、三角波状のFM-CW波の上昇区間に複数のピーク周波数が現れ（図２（a））、下降区間にも同様に複数のピーク周波数が現れ（図２（b））してしまう。前方の車両との車間距離や相対速度を求めるためには、同じターゲットまたは同じ部分からの反射波の上昇時と下降時のピーク周波数をベアリングする必要がある。

【０００６】 図２において、ターゲットが複数存在するとき、例えば図２（a）に示すように上昇区間に周波数がそれぞれ $f_a$  kHz と  $f_{a'}$  kHz であるピーク $a$ と $a'$ の２つが存在する。一方、図２（b）に示すように下降区間に周波数がそれぞれ $f_b$  kHz と  $f_{b'}$  kHz であるピーク $b$ と $b'$ の２つが存在する。この場合、上昇区間のピーク $a$ の周波数 $f_a$ と下降区間のピーク $b$ の周波数 $f_b$ が同一のターゲットからのピーク周波数であるとする、ピーク周波数 $f_a$ と $f_b$ をベアリングすれば前方車両との正確な距離と相対速度を得ることができる。しかし、例えば周波数の低い順にベアリングするとピーク $a$ の周波数 $f_a$ とピーク $b'$ の周波数 $f_{b'}$ をベアリングしてしまい、前方車両との正確な距離と相対速度を得ることができないことになる。

【０００７】 従って、本発明の目的は、上記問題を解決し、正確にベアリングを行うことができ、ターゲットの識別を誤らないスキャン式レーダの信号処理方法を提供することである。また、そのために上昇区間及び下降区間においてピークが生じたビームの角度を正確に求めることである。また、ターゲットの大きさを正確に求めることである。

【０００８】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明スキャン式レーダの信号処理方法によると、反射されたビームのピークデータからターゲットの大きさを予測し、予測されたターゲットの大きさに基づいて該ピークデータをグループ分けし、該グループ分けしてまとめたピークデータ毎に、ビームの角度、ピークの周波数、および反射されたビームのピークのパワーをそれぞれ $x$ 軸、 $y$ 軸、 $z$ 軸にもつ座標にプロットし、プロットして得られた三角錐の重心から前記ターゲットのビーム角度を求め、さらに該三角錐の重心から前記ターゲットの大きさを再度求め、ほぼ同じ大きさとほぼ同じ角度を持った上昇区間と下降区間のピークデータをベアリングする。そして、ベアリングされたピークデータの周波数から、先行車両との車間距離と相対速度を求める。

【０００９】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図３は本発明に係るスキャン式レーダ信号処理方法を用いた車間距離制御装置の構成の概要を示した図である。図３において、レーダセンサ部はレーダアンテナ１、走査機構２、及び信号処理回路３を備えている。車間距離制御ＥＣＵ７は、ステアリングセンサ４、ヨーレートセンサ５、車速センサ６、およびレーダセンサ部の信号処理回路３からの信号を受け、警報機８、ブレーキ９、スロットル１０等を制御する。また、車間距離制御ＥＣＵ７はレーダセンサ部の信号処理回路３にも信号を送る。

【００１０】図４は、図３の信号処理回路３の構成を示したものである。信号処理回路３は、走査角制御部１１、レーダ信号処理部１２、制御対象認識部１３を備えている。レーダ信号処理部１２はレーダアンテナ１からの反射信号をＦＦＴ処理し、パワースペクトルを検出し、ターゲットとの距離および相対速度を算出し、制御対象認識部１３にそのデータを送信する。制御対象認識部１３は、レーダ信号処理部から受信したターゲットとの距離、相対速度、および車間距離制御ＥＣＵ７から受信したステアリングセンサ４、ヨーレートセンサ５、車速センサ６等から得られた車両情報に基づいて走査角制御部１１に走査角を指示すると共に、制御対象となるターゲットを判別して車間距離制御ＥＣＵ７に送信する。走査角制御部１１は、固定式レーダの場合はカーブ走行時の走査角等を制御し、本発明のようにスキャン式レーダの場合はスキャン走査角度を制御するものである。本発明はスキャン式レーダの場合の信号処理装置に関する。

【００１１】図５はレーダの送信信号と受信信号の例を示した図である。レーダアンテナ１からは実線で示されているように、周波数偏移幅 $\Delta f$ で中心周波数が $f_0$ の三角波状のＦＭ－ＣＷ波が送信信号として送信される。この送信波はターゲットで反射されて、点線で示された反射波を受信信号として受信する。そして、図４のレー

ダ信号処理部１２では三角波の上昇区間と下降区間で送信信号と受信信号とのビートをとり、ＦＦＴ処理をして上昇区間と下降区間のビート信号について周波数分析が行われ、ターゲットに対する上昇区間のピーク周波数 $f_{UP}$ と下降区間のピーク周波数 $f_{DN}$ とそのパワーが検出され、これらピーク周波数からターゲットとの距離および相対速度を算出する。

【００１２】図６は複数のターゲットがある場合に、ＦＦＴ処理により得られた周波数分析結果に基づいてピーク周波数のベアリングをどのように行うかを説明するための図である。図の例では、３つのターゲットがあり、上昇区間には周波数がそれぞれ $f_{UPa}$ 、 $f_{UPb}$ 、 $f_{UPc}$ であるピーク $a1$ 、 $b1$ 、 $c1$ があり、下降区間には周波数がそれぞれ $f_{DNa}$ 、 $f_{DNb}$ 、 $f_{DNC}$ であるピーク $a2$ 、 $b2$ 、 $c2$ がある。なお、ノイズがピーク周波数として検出されるのを回避するため、閾値を設けている。

【００１３】この場合、上昇区間のビートと下降区間のビートではピーク周波数が３つつつ同じ数だけあるので、単にピーク周波数の低いものからベアリングを行う。即ち、ターゲット $a$ 、 $b$ 、 $c$ に対してそれぞれ $(a1, a2)$ 、 $(b1, b2)$ 、 $(c1, c2)$ のように組み合わせさせてピーク周波数のベアリングが行われる。なお、上記ベアリングの場合、ベアリングされたピーク周波数のうち、ペアとなったピーク周波数の強度の差が所定値以上の場合には、誤ってベアリングされて異常な結果が出るのを避けるため、ベアリングの関係を切るベアカットを行い、そのペアのピーク周波数に関してはターゲットの認定から削除する。

【００１４】ターゲットと自車との距離 $r$ と、相対速度 $v$ は以下の式から導かれる。

$$r = \{ (f_{UP} + f_{DN}) / 2 \} \times k$$

$$v = \{ (f_{UP} - f_{DN}) / 2 \} \times k$$

（ $k$ は係数）

上記式からわかるように、相対速度 $v$ が大きい場合、ピーク周波数 $f_{UP}$ とピーク周波数 $f_{DN}$ は大きな差を有する。

【００１５】ターゲットと自車との距離 $r$ と、相対速度 $v$ を算出するため上記のようにピーク周波数 $f_{UP}$ とピーク周波数 $f_{DN}$ を検出しなければならないが、そのためには $f_{UP}$ と $f_{DN}$ がペアであること、即ち、同一ターゲットからの受信信号であることを確認しなければならない。その確認のために $f_{UP}$ と $f_{DN}$ の強度の比較を行い、ほぼ同じレベルであれば同一ターゲットであると判定し、 $f_{UP}$ と $f_{DN}$ をペアであるとして上記式により距離 $r$ と相対速度 $v$ を算出している。

【００１６】図７は上記従来の場合のベアリング処理の制御のフローチャートを示した図である。なお、このフローチャートに示した制御および動作は図４のレーダ信号処理部１２により行われる。図７において制御の動作が開始されると（Ｓ１）、レーダの送信信号と受信信号

とのピーク信号のFFT処理が行われ（S2）、ピークの抽出が行われて上昇区間のピーク周波数fUPと下降区間のピーク周波数fDN及びそのパワーが検出される（S3）。次にピーク抽出が行われたターゲットが新規なものであるかどうか判断される（S4）。この判断は検出されたピーク周波数とその強度から、前回検出したターゲットと同じかどうか判断する。即ち、前回と今回のピーク周波数とパワーが大きく異ならない場合は新規ターゲットでないと判断される。新規ターゲットでないと判断された場合（No）、前回のターゲットと同じターゲットから得られたとみなされた今回のピーク周波数fUPとfDNを優先的に組み合わせ、ターゲットとの距離及び相対速度を算出する（S5）。次にピーク周波数fUPとfDNのパワーが比較され（S6）、比較の結果パワーの差が大かどうか判断される（S7）。パワーの差が大と判断された場合（Yes）、例えばパワーの差が3、4dB以上の場合、誤ったベアリングである恐れがあるのでこのデータ、即ち、上記算出されたターゲットとの距離及び相対速度のデータは削除され（S8）、距離や相対速度は更新されない。一方、パワーの差が大と判断されなかった場合（No）はデータが更新される（S9）。

【0017】S4において新規ターゲットであると判断された場合（Yes）、周波数の低い順に組み合わせてベアリングを行って距離及び相対速度を検出する（S10）。次に各組み合わせにおけるパワーを比較し（S11）、比較の結果パワーの差が大かどうか判断される（S12）。パワーの差が大と判断された場合（Yes）、例えばこの場合は新規ターゲットであるためパワーの差に幅を持たせて8、0dB以上の場合、誤ったベアリングである恐れがあるのでこのデータは削除され（S13）、距離や相対速度は更新されない。一方、パワーの差が大と判断されなかった場合（No）はデータが更新される（S9）。

【0018】図8は本発明の信号処理方法によるベアリングの際の信号処理の実施形態を示した図である。本発明によれば、ターゲットからの反射波のピークを同一角度または近い角度毎に組み合わせて距離および相対速度を得ようとするものである。同時に、周波数の近いもの、反射レベルの差が近いものも考慮する。図8の（a）と（b）は、それぞれ上昇区間と下降区間に現れる反射波のピークを示したものであり、横軸はそのピークを得た時のビームの角度であり、縦軸はピークのパワーを表している。図8（a）は上昇区間のピークを表したものであり、ビーム角度がそれぞれ $\theta a1$ 、 $\theta a0$ 、 $\theta a2$ においてピークa1、a0、a2が現れ、そのときの周波数がf a1、f a0、f a2であるとする。一方、図8（b）は下降区間のピークを表したものであり、ビーム角度がそれぞれ $\theta b1$ 、 $\theta b0$ 、 $\theta b2$ においてピークb1、b0、b2が現れ、そのときの周波数がf b1、f b0、f

b2であるとする。

【0019】上記の場合、ビーム角度 $\theta a1$ が $\theta b1$ と、 $\theta a0$ が $\theta b0$ と、 $\theta a2$ が $\theta b2$ とそれぞれ互いに近い角度であるとする。ピーク周波数f a1とf b1、f a0とf b0、f a2とf b2をベアリングすることによって、正確なベアリングを行うことができ、車間距離および相対速度を正確に検出することができる。図9、図10は本発明の方法によるベアリング処理の制御及び動作のフローチャートを示した図である。なお、このフローチャートに示した制御及び動作は図4のレーダ信号処理部14で行われる。

【0020】図9、図10において制御の動作が開始されると、図11に示すように、自車Aからビームが発射されスキャンする。図11において、 $\theta 0 \sim \theta 4$ はビームが発射される角度を示す。そして、各ビーム毎に上昇区間のピーク信号をサンプリングする（S1）、また同時に下降区間のピーク信号をサンプリングする（S2）。次に上昇区間のピーク信号をFFT処理し（S3）、次いで下降区間のピーク信号をFFT処理する（S4）。そして、FFT処理された信号から各角度（ $\theta 0 \sim \theta 4$ ）のビームにおける上昇区間のピークデータを抽出し（S5）、次いで各角度（ $\theta 0 \sim \theta 4$ ）のビームにおける下降区間のピークデータを抽出する（S6）。図12はある角度のビームにおけるある区間、例えば角度 $\theta x$ のビームにおける上昇区間のFFT処理された信号を示したグラフで、このグラフから角度 $\theta x$ のビームの上昇区間のピークデータ、即ち、ピークaのパワーとその周波数f a、およびピークbのパワーとその周波数f bが抽出される。同様に他のビーム角度の上昇区間のピークデータを抽出する。また、各ビーム角度の下降区間におけるピークデータも同じように抽出される。

【0021】次に上記抽出したピークデータからターゲットの大きさを予測する（S7）。図13のマップに示すように、ターゲットの大きさに応じてFFT処理した信号のパワーが異なってくる。図13のマップにおいて、横軸は周波数を表し、縦軸はパワーを表している。このグラフにおいて、ターゲットが大きい場合、例えばトラックの場合には信号のパワーは大きくなる。また、乗用車の場合にはパワーはトラックの場合より小さくなり、バイクの場合にはさらにパワーは小さくなる。図13のマップに示す値は事前に測定され、ROM等に記憶されている。そして、上記記憶されたデータと前記抽出されたピークデータのパワーを比較し、ターゲットの大きさを予測する。例えば、ある抽出されたピークデータを図13に示すマップのパワーの大きさと比較し、そのピークデータのパワーが図13のマップのトラックのパワーより大きければターゲットはトラックであると予測される。同様に、各ピークデータを図13のマップのパワーと比較し、そのピークデータがトラックのものである

るか、乗用車のものであるか、またはバイクのものであるかを予測する。そして、各ピークデータを例えばトラック、乗用車、バイクのように大きさに応じてグループ分けする（S8）。なお、この場合分け方は3種類としたが、4種類以上または2種類に分けてもよい。

【0022】このようにグループ分けすると、例えば、トラックは4～6のビームでピークデータが得られ、乗用車は3～4のビームでピークデータが得られ、バイクが2ビームでピークデータが得られる。そして上昇区間、下降区間における各ターゲット毎のピークデータをそれぞれ1つのグループにまとめ、図14に示すように座標にプロットする（S9）。図14に示す座標は、x軸をビーム角度、y軸を周波数、z軸をパワーとしている。この座標において、上昇区間および下降区間に1つのグループにまとめたピークデータをプロットする。ここで矢印の長さはパワーの大きさを示し、矢印の立つ点は角度と周波数を表している。プロットされたピークデータの両端の角度の周波数の最も低いもの（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）と、周波数の最も高いもの（ $\gamma$ ）で底面を作り、最大パワー（ $\delta$ ）を頂点とする三角錐を作る。この三角錐は各パワーの頂点を結んだ形となっている。

【0023】次に、この三角錐の重心の角座標値に基づいて角度を算出する。三角錐の重心の角座標の求め方について図15を参照して説明する。図11（a）に示すように $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ により形成される三角形の重心Gをまず求める。三角形の頂点 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ と各辺の中点を結び、その交点が重心Gとなる。次に図11（b）に示すように、Gと $\delta$ を結んだ直線上の1/4の点が三角錐の重心gとなり、この点の角座標値を求める。そして上記求めた角座標値に基づいて角度を算出する。そしてこの角度を上昇区間と下降区間のそれぞれについて求める

（S10）。上記 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ により形成される三角錐は、ターゲットの反射レベルにより形成されているため、三角錐自体がターゲットからの反射エネルギー分布を示している。そのため、エネルギーの分布を物体の質量と想定することにより、

三角錐の重心→ターゲットの質量の中心

→エネルギーの中心

→ターゲットの中心

ということになる。質量はエネルギーに比例するので、上記関係が成り立つ。

【0024】一方、この三角錐の重心のパワーの座標値をもとに再度ターゲットの大きさを計算する。この大きさも上昇区間と下降区間のそれぞれについて求める（S11）。以上により、ターゲット毎にその大きさ、ビーム角度が求められ、ほぼ同じ大きさとはほぼ同じ角度を持ったピークデータをベアリングし（S12）、その上昇区間および下降区間におけるピークデータの周波数を求め、ターゲットと自車との車間距離および相対速度を検出する（S13）。そして、検出したデータに基づいて

自車の直前の先行車両を識別してターゲットを決定する（S14）。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、ターゲットの角度と大きさを的確に求めることができ、それによりベアリングを正確に行うことができ、先行車両との車間距離と相対速度を正確に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 スキャン式レーダで前方をスキャンする場合のビームの形状を示した図である。

【図2】 三角波状のFM-CWレーダ波の上昇区間および下降区間における反射波のピークを示した図である。

【図3】 本発明に係るスキャン式レーダ信号処理方法を用いた車間距離制御装置の構成の概要を示した図である。

【図4】 図3の信号処理回路の構成を示した図である。

【図5】 レーダの送信信号と受信信号の例を示した図である。

【図6】 複数のターゲットがある場合、FFT処理により得られた周波数分析結果に基づいてピーク周波数のベアリングをどのように行うか説明するための図である。

【図7】 従来のベアリング処理の制御のフローチャートを示した図である。

【図8】 本発明信号処理方法によるベアリングの際の信号処理の実施形態を示した図である。

【図9】 本発明信号処理方法によるベアリング処理の制御および動作のフローチャートを示した図である。

【図10】 本発明信号処理方法によるベアリング処理の制御および動作のフローチャートを示した図である。

【図11】 スキャン式レーダで前方をスキャンする場合のビームの形状と、ビームの角度を示した図である。

【図12】 ある角度のビームにおけるある区間のFFT処理された信号を示すグラフである。

【図13】 ターゲットの大きさを予測するために用いられるマップを示す図である。

【図14】 1つのまとめたピークデータをプロットする座標と、座標にプロットして形成された三角錐を示す図である。

【図15】 三角錐の角座標の求め方を説明する図である。

【符号の説明】

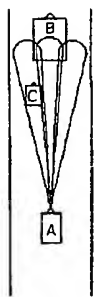
- 1…レーダアンテナ
- 2…走査機構
- 3…信号処理回路
- 4…ステアリングセンサ
- 5…ヨーレートセンサ
- 6…車速センサ
- 7…車間距離制御ECU
- 8…警報器
- 9…ブレーキ

10…スロットル  
11…走査角制御部

12…レーダ信号処理部  
13…制御対象認識部

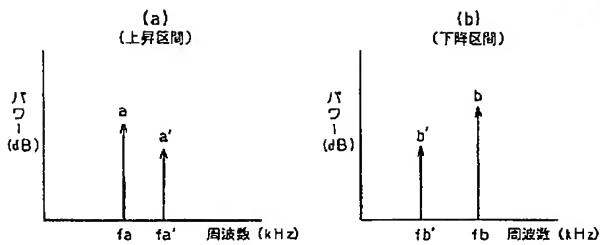
【図1】

図1



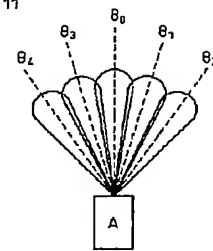
【図2】

図2



【図11】

図11



【図6】

【図3】

図3

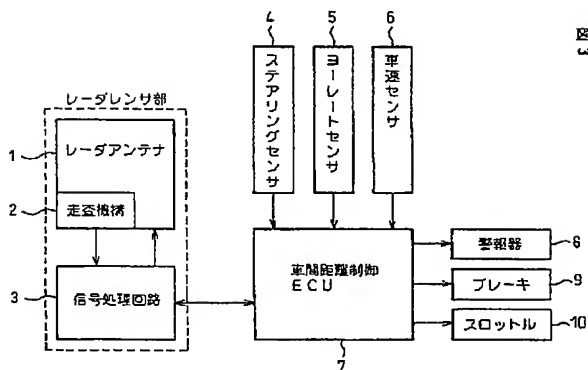
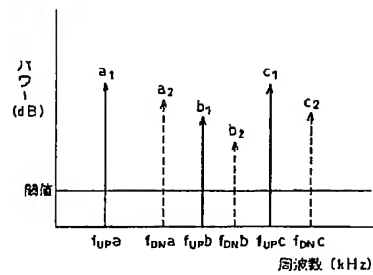
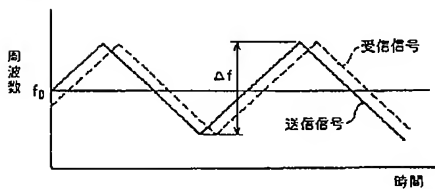


図5



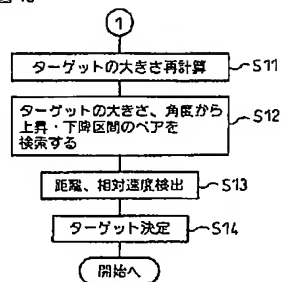
【図5】

図5



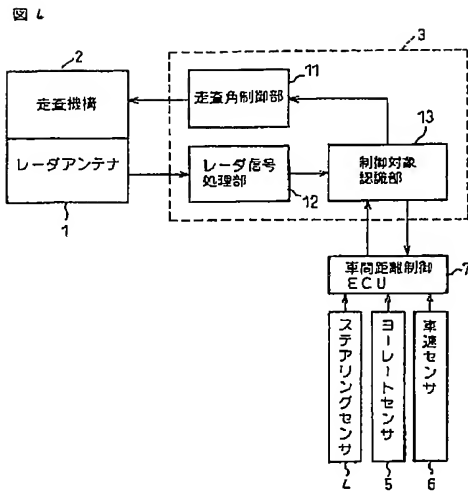
【図10】

図10

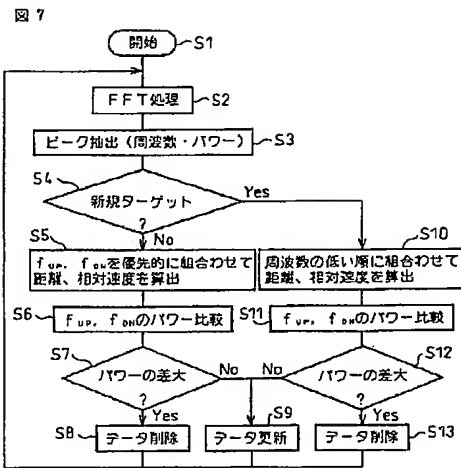




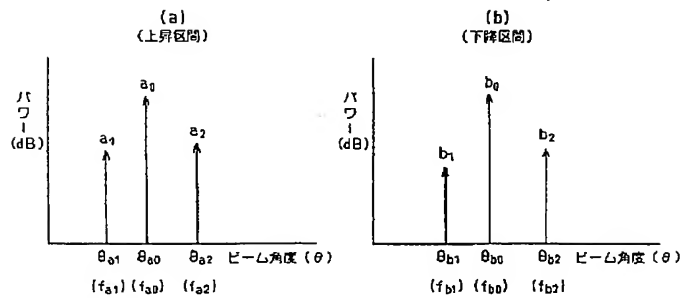
【図 4】



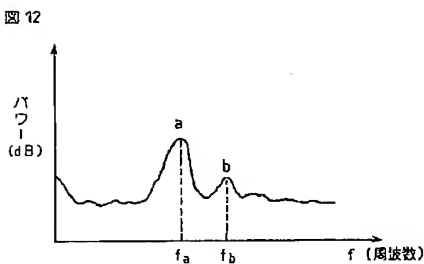
【図 7】



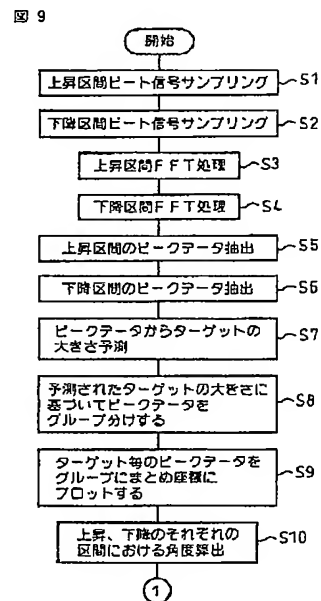
【図 8】



【図 12】

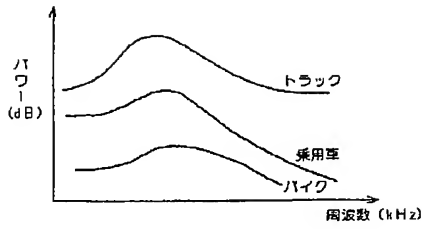


【図 9】



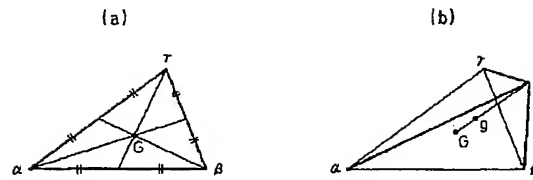
【図 13】

図 13



【図 15】

図 15



【図 14】

図 14

